RF 加熱装置主制御系の設計検討
仕様書

平成 27 年 10 月

国立研究開発法人日本原子力研究開発機構

核融合研究開発部門 那珂核融合研究所

ITER プロジェクト部 RF 加熱開発グループ

第 1 章　一般仕様

1.1 件名

ECH 装置主制御系の設計検討

1.2 目的及び概要

国内トカマク重点化装置において、プラズマ加熱手法の一つである大電力ミリ波を用いた電子サイクロトロン加熱（ECH）装置を整備する予定である。既設制御設備を改修し、新たな統括制御システムに対応するための ECH 装置主制御系の設計検討を実施する。

1.3 作業内容

(1) ECH 装置主制御系の設計検討　　一式

1.4 提出書類

提出書類	提出期限	形式	確認
実施要領書	契約後速やかに	文書 1 部 納品時コピー3 部	要
検討報告書	作業終了後速やかに	文書 3 部 電子ファイル 1 式	不要
委任又は下請負届 （必要な場合）	作業開始 2 週間前まで	機構指定様式 1 部	要
その他機構が必要と認めた書類	随時	個別に指示する	不要

（提出場所）

原子力機構　核融合研究開発部門 那珂核融合研究所

ITER プロジェクト部　RF 加熱開発グループ

（確認方法）

「確認」は次の方法で行う。

原子力機構は、確認のために提出された図書を受領したときは、期限日を記載した受領印を押印して返却する。また、当該期限までに審査を完了し、確認しない場合には修正を指示し、修正等を指示しないときは、確認したものとする。

但し、委任又は下請負届（機構指定様式）については、2 週間以内に機構から受注者へ変更請求をしない場合は、自動的に確認したものと見做す。

1.5 納期

平成 28 年 2 月 29 日

1.6 検収条件

「1.4 提出書類」の確認ならびに、原子力機構が仕様書の定める業務が実施されたと認めた時を以て、業務完了とする。

1.7 支給品及び貸与品

(1) 支給品

無し

(2) 貸与品

必要に応じ、既設及び設計中の ECH 装置の図書、図面等を貸与する。

貸与品の例

イ) JT-60 高周波加熱装置　展開接続図、取扱説明書

ロ) Plant Integrated Document

ハ) 既設 JT-60 高周波加熱装置制御設備

また、必要に応じて、原子力機構 那珂核融合研究所 JT-60 制御棟内の指定場所において、机、イス、計算機を貸与する。

1.8 一般事項

本作業の受注者は、以下に示す項目について満足することが必須である。

・EtherNet/IP (ODVA の管理する産業用 Ethernet 規格) の implicit/explicit 通信による、PLC 間リンクを用いた制御システムの設計検討に関する知見・技術力を有すること。
・オムロン社製 PLC を用いた制御システムの設計検討に関する知見・技術力を有すること。
・LabVIEW (日本ナショナルインスツルメンツ社) 及び OPC サーバー等を PC 上で用いた、PLC と上位 PC ネットワーク間にまたがる、SCADA、HMI 等の設計検討に関する知見・技術力を有すること。

1.9. 適用法規・規程・規格・基準

本作業を遂行するにあたり、下記の法規・規程等を遵守すること。

1.9.1 原子力機構内諸規程、規則等

(1) 那珂核融合研究所安全衛生管理規則
(2) 那珂核融合研究所防火管理規則
(3) 那珂核融合研究所電気工作物保安規程・規則
(4) 那珂核融合研究所事故対策規則、要領

(5) 那珂核融合研究所リスクアセスメント実施要領
(6) 那珂核融合研究所放射線障害予防規程
(7) その他、那珂核融合研究所内諸規定

1.9.2 法規・規格・基準等
(1) 電気事業法
(2) 労働基準法
(3) 労働安全衛生法
(4) 消防法
(5) 放射線障害防止法
(6) 廃棄物の処理及び清掃に関する法律
(7) 日本工業規格（JIS）
(8) 電気設備技術基準
(9) 電気学会電気規格調査会標準規格（JEC）
(10) 日本電気工業会標準規格（JEM）
(11) 日本電気協会規格内規定（JEAC-8001）
(12) 日本電線工業会規格（JCS）
(13) その他、受注業務に関し、適用又は準用すべきすべての適用法令・規格・基準

1.10 成果の帰属

本件等により得られた成果を利用、または処分する権利は原子力機構に帰属する。提出された書類及び電子データの所有権は全て原子力機構に帰属するものとする。但し、受注者は書面による原子力機構の承認を得て、この成果を利用できるものとする。

1.11 機密保持

受注者は、本業務の実施にあたり、知り得た情報を厳重に管理し、本業務遂行以外の目的で、受注者及び下請会社等の作業員を除く第三者への開示、提供を行ってはならない。ただし、事前に原子力機構の承認を得た場合はこの限りではない。

1.12 一般安全管理

- 作業計画に際し綿密かつ無理のない工程を組み、材料、労働安全対策等の準備を行い、作業の安全確保を最優先としつつ、迅速な進捗を図るものとする。また、作業遂行上既設物の保護及び第三者への損害防止にも留意し、必要な措置を講ずるとともに、火災その他の事故防止に努めるものとする。
- 作業現場の安全衛生管理は、法令に従い受注者の責任において自主的に行うこと。
- 受注者は、作業着手に先立ち原子力機構と安全について十分に打合せを行った後着

手すること。

・ 作業中は、常に整理整頓を心掛ける等、安全及び衛生面に十分留意すること。

・ 受注者は、本作業に使用する機器、装置の中で地震等により安全を損なう恐れのあるものについては、転倒防止策等を施すこと。

1.13 グリーン購入法の推進

(1) 本契約において、グリーン購入法（国等による環境物品等の調達の推進等に関する法律）に適用する環境物品（事務用品、ＯＡ機器等）が発生する場合は、これを採用するものとする。

(2) 本仕様に定める提出図書（納入印刷物）については、グリーン購入法の基本方針に定める「紙類」の基準を満たしたものであること。

1.14 協議

本仕様書に記載されている事項及び本仕様書に記載のない事項について疑義が生じた場合は、原子力機構と協議のうえ、その決定に従うものとする。

第2章　技術仕様

2.1 概要

本技術仕様は、国内トカマク重点化装置の RF 加熱装置の制御改修を行うための、設計検討について記載するものである。

受注者は、予め検討の実施スケジュール及び方法を定め、これらを記載した実施要領書を提出し、原子力機構の確認を受けるものとする。

2.1.1 RF加熱装置制御改修の概要

国内トカマク重点化装置のファーストプラズマに向けて、既設設備であるJT-60 RF加熱装置制御系の改修を計画している。本計画では、RF加熱装置として、既設の電子サイクロトロン加熱（ECH）装置を高性能化改造して用いる。本制御設備の構成例を添付図1に示す。改修範囲は、RF制御の上位に位置し、トカマク全体の統括制御である全系統括制御システムとの取り合いを担当するRF統括制御、ECH装置の系統毎の機器統括制御と共通系の機器統括制御を含み主にPLCで構成する主制御、ジャイロトロン発振及びトカマクへの入射に関する機器のパラメータ及びタイミング等を担当する入射制御、データ収集及び機器制御の一部である。

本仕様の検討範囲は、上記改修範囲のうち、以下の2項目とし、詳細は2.2節に記載する。

1) RF制御系全体構成の設計検討
（各制御系の機能定義及びインターフェースとネットワーク構成の検討を含む）
2) 主制御系の設計検討
（主制御系の機能定義、機器選定、レイアウト設計を含む）

なお、本改修計画では、段階的な改修・増設を行うため、初期制御検証試験（2系統）、Initial Research Phase（4系統）、Integrated Research Phase（9系統）と、ECHの系統数を増加させながら改修を行う計画であることに留意すること。また、各系統は、改造の各段階において、異なる被制御機器仕様となる可能性がある。過剰なコスト増加を避けつつ、変更・増設等に柔軟に対応出来るように制御設計を行なうこと。

2.2 設計検討内容

2.2.1 RF制御系全体構成の設計検討

・受注者は、原子力機構が与える既設制御設備の情報と、原子力機構が与える基本的な設計指針に基づき、改修後の制御階層及び機器・ネットワーク構成を検討して、階層図及び機器・ネットワーク構成図を作成すること。また、各制御系の機能を検討すること。
・各制御系の中核となるハードウェア及びソフトウェア構成を検討すること。
・各制御系間の情報伝達の方法（光、ハードワイヤー、ソフトウェア通信等）、信号の種類

（アナログ/デジタル等）、典型的な速度及び方向（一方向、双方向）等を纏め、インターフェースを定義すること。特に、主制御系と取り合いを有する箇所については、詳細な検討を行うこととし、詳細は、原子力機構の担当者と協議して決定する。

2.2.2主制御系の設計検討

受注者は、原子力機構が与える既設制御設備の情報と、原子力機構が与える基本的な設計指針に基づき、改修後の主制御系（系統統括制御及び共通系統括制御）の機器配置、機器構成、機器接続及び機能等を検討すること。以下に、主制御系の基本的な設計指針を与える。

・既設のPLCを用いた主制御系と比較して、改修後は機能の分散化と、分散化した各機能の適切な結合を可能とすること。改修後の主制御の構成例を添付図2に示す。
・系統統括制御は、ジャイロトロン制御、高圧電源制御、伝送系制御、ランチャー制御の4つ程度の制御PLCに分散し、それらを統括する統括制御PLCと適切なデータリンク及びハードワイヤーの信号にて接続する構成を主案とする。必要に応じて、他の分散制御構成と比較検討を行ない、最適な構成を提案すること。
・共通系制御は、冷却水、真空、電源等に分けて制御PLCを分散すること。
・系統毎の何れかが停止（異常、電源断等を含む）しても、他の制御系の機能に影響を与えないネットワーク構成とする。
・PLC間のデータリンクはODVAが管理する産業用Ethernetの規格である、EtherNet/IPのimplicit通信（タグデータリンク）を用いる。
・PLC機器は既設の機器であるオムロン社製CJ2シリーズの使用を前提とする。
・PLCと上位ネットワーク上のヒューマンマシンインターフェース（HMI）との接続のための適切な制御階層と通信手段、ソフトウェア・ハードウェア構成を検討すること。なお、HMIとして、PC上でNational Instruments社製のGUI環境であるLabVIEWを用い、PC-PLC間のデータ通信には、OPCサーバー及びEtherNet/IP（explicit）を使用することを主案とする。必要に応じて、他の通信規格、SCADA等と比較を行い、原子力機構の担当者と協議して本制御システムの構築に最適な手法を選択すること。
・HMIは機器単独制御と統括制御等の複数の画面により構成する。個別機能の改修時に、統括制御の改修も容易なソフトウェア構成が望ましい。
・既設制御系の展開接続図・インターロックブロック線図等を参考に、各PLCに必要な接点数/種類を調べ、CPU、通信モジュール、IOモジュール、電源等の、PLCの機器構成を検討すること。
・各PLCの機器配置案とネットワークの接続ルート案を作成すること。
・詳細は、原子力機構の担当者と協議して、決定するものとする。

2.3 調査及び打ち合わせ

・本設計検討を進めるには、既設設備及び資料の現地調査が不可欠である。また、原子力機構が実施する機器設計と歩調を合わせて効率的に設計を進めるため、受注者は、原子力機構の担当者と随時打ち合わせを行う必要がある。調査及び打ち合わせ実施場所は原子力機構那珂核融合研究所内の指定場所とする。

・被制御機器の一部であるECH電源は欧州が製作・据付を担当する。原子力機構が欧州と行う打ち合わせに用いるため、検討途中においても、必要な資料の提出を求めることがある。詳細については、協議して決定する。

2.4 電子ファイル形式

・検討報告書はMS Word形式及びPDF形式とする。図等は報告書内部への記載の他、単独でMS Power PointやVisio等の編集可能な形式のデータも提出すること。編集に用いるソフトウェアについては、必要に応じて協議して決定する。

・電子データの提出時にはCD-R又はDVD-Rにデータを収めて提出すること。

2.5 技術検査

検討報告書は、納入後に実施する技術検査に合格すること。

（1）検査方法

報告書の内容を確認する。

（2）合格基準

第2章に示す仕様通りの作業結果が記載されていること。

2.6 添付図

図1　RF制御構成例

図2　主制御構成例

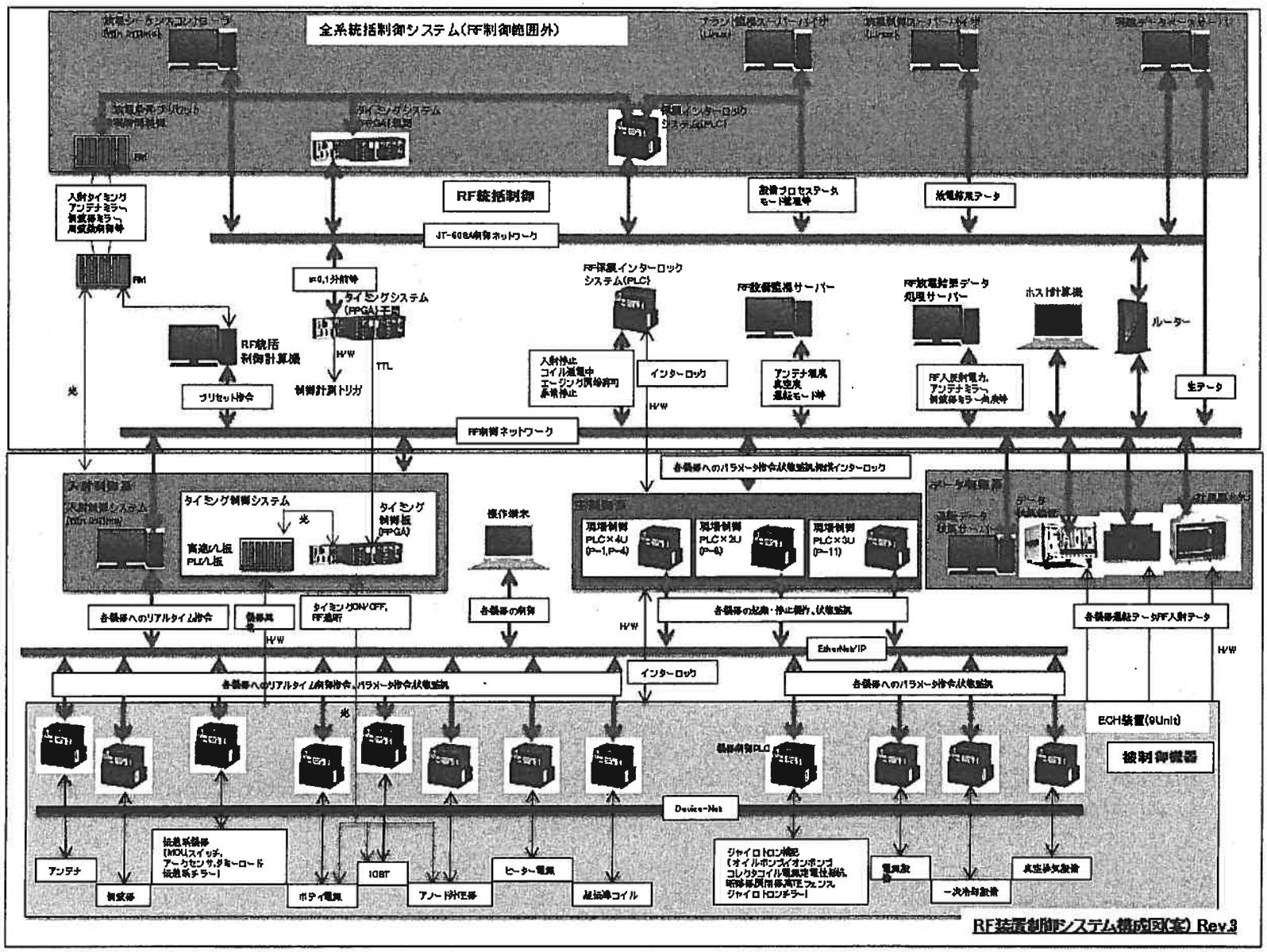
全系統括制御システム(RF制御範囲外)
RF統括制御
JT-60SA制御ネットワーク
RF保護インターロック
システム(PLC)
RF放電監視サーバー
RF放電結果データ
処理サーバー
ホスト計算機
ルーター
生データ
RF統括
制御計算機
プリセット指令
制御計測トリガ
タイミングシステム
(FPGA)千鳥
H/W
TTL
光
RF制御ネットワーク
インターロック
タイミング制御システム
タイミング
制御板
(FPGA)
高速PL板
PLC/L板
操作端末
現場制御
PLC×4U
(P-1,P-4)
現場制御
PLC×2U
(P-6)
現場制御
PLC×3U
(P-11)
各機器へのリアルタイム指令
タイミングON/OFF,
RF遮断
各機器の制御
各機器の起動・停止操作、状態監視
各機器へのパラメータ指令/状態監視
各機器へのリアルタイム制御指令、パラメータ指令/状態監視
各機器運転データ/RF入射データ
EtherNet/IP
Device-Net
ECH装置(9Unit)
被制御機器
アンテナ
制御部
ボディ電源
IGBT
アノード分圧部
ヒーター電源
超伝導コイル
ジャイロトロン制御
(オイルポンプインポンプ
コレクタコイル電源整電性制御,
断熱系保護高圧フェンス,
ジャイロトロンチラー)
一次冷却設備
RF装置制御システム構成図(案) Rev.3

図1　RF制御構成例

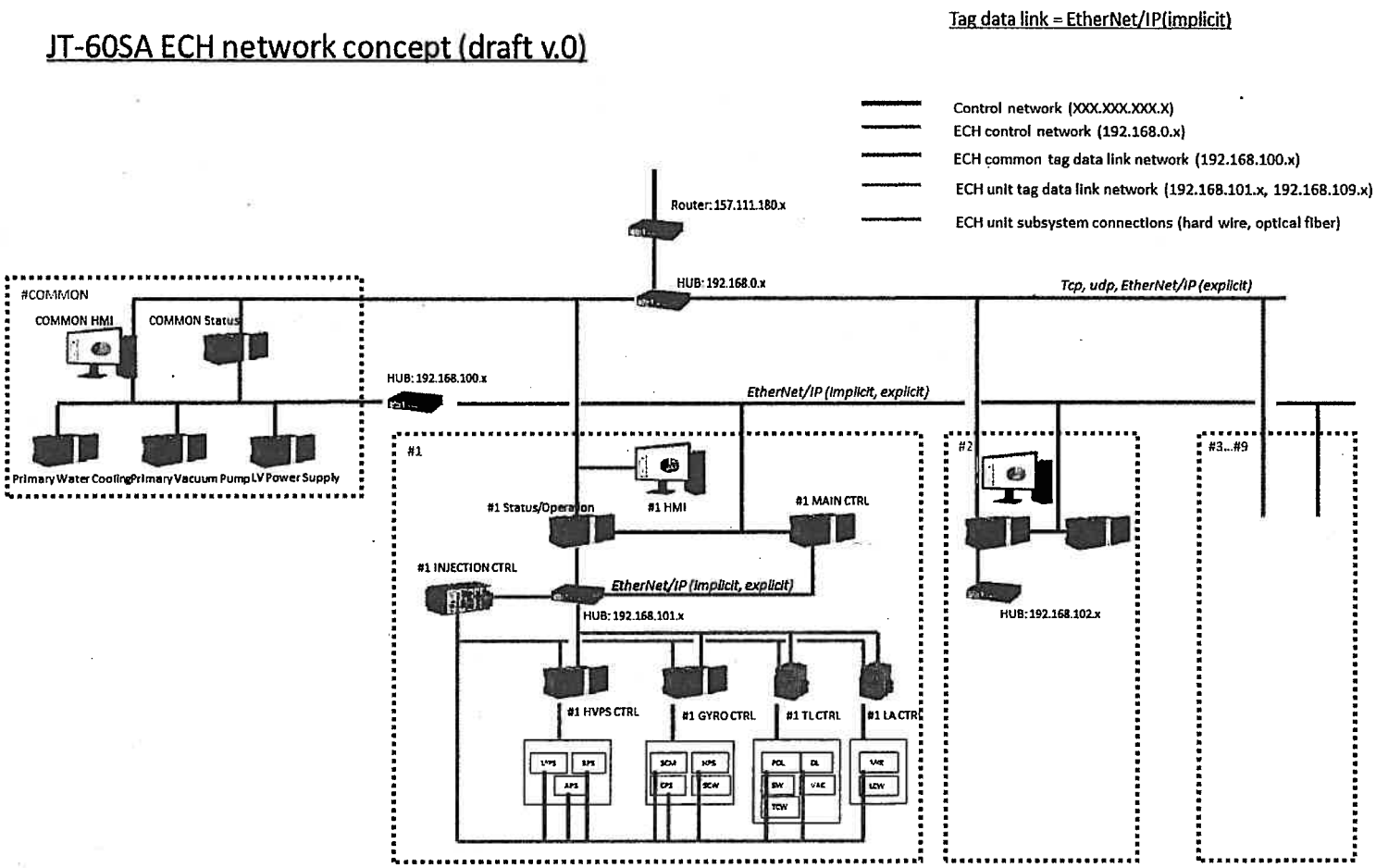
JT-60SA ECH network concept (draft v.0)
Tag data link = EtherNet/IP(implicit)
Control network (XXX.XXX.XXX.X)
ECH control network (192.168.0.x)
ECH common tag data link network (192.168.100.x)
ECH unit tag data link network (192.168.101.x, 192.168.109.x)
ECH unit subsystem connections (hard wire, optical fiber)
Router: 157.111.180.x
HUB: 192.168.0.x
Tcp, udp, EtherNet/IP (explicit)
#COMMON
COMMON HMI
COMMON Status
HUB: 192.168.100.x
EtherNet/IP (implicit, explicit)
Primary Water Cooling
Primary Vacuum Pump
LV Power Supply
#1
#1 Status/Operation
#1 HMI
#1 MAIN CTRL
#1 INJECTION CTRL
EtherNet/IP (implicit, explicit)
HUB: 192.168.101.x
#1 HVPS CTRL
#1 GYRO CTRL
#1 TL CTRL
#1 LA CTRL
#2
HUB: 192.168.102.x
#3...#9

図2 主制御構成例